

Муниципальное бюджетное учреждение
дополнительного образования
«Детский эколого-биологический Центр»
города Каменск-Шахтинский

**Проектно-исследовательская работа
«Ветропарки Ростовской области»**

Автор: Пискун Евгений, 15 лет
обучающаяся объединения «Фенология»
Срок исполнения: 2 года

Руководитель: Станишевская Н.Ф.
педагог дополнительного образования
Консультант: Редкина Е.В., методист

Содержание

1. Введение	3
2. Теоретическая часть	4
3. Практическая часть	8
4. Выводы	13
5. Заключение	14
6. Литература и интернет источники	16
Приложение 1,2,3	17

I. Введение

Сегодня актуальна проблема истощаемости природных ресурсов и ухудшение экологии Земли. Технологии будущего ученые тесно связывают с экологически чистыми альтернативными источниками энергии. Одним из первых природных источников энергии древние люди начали использовать ветер. Именно ветер и их изобретения помогали выполнять им даже самую тяжелую работу. Например, египтяне еще 4500 лет назад придумали делать из парусины и льна паруса, для своих судов. Попутный ветер надувал их паруса, и они плыли вверх против течения без помощи весел, а морякам уже не нужно было, как раньше, грести веслами. Уже с середины XIX в.в некоторых сельских местах стали устанавливать ветряки –ветряные двигатели. Они стали незаменимым и весьма удобным сооружением. Например, они заставляли работать насосы и подавать из подземных источников наверх воду. А при смене направления ветра их можно было поворачивать. И только в 1970-х гг. люди придумали более современные ветряные двигатели -турбины. Огромные лопасти способные при своем вращении приводить в движение генераторы, которые в свою очередь вырабатывают электрический ток. А лопасти современных ветряных двигателей автоматически разворачиваются в сторону, откуда дует ветер. Ветряной генератор является экологически чистым источником альтернативной энергии, не создает выбросов в атмосферу, не является источником вредного излучения. Практическая значимость работы заключается в том, что ее можно использовать в быту - установить ветрогенератор с внешней стороны балкона и освещать балкон или комнату.

Актуальность. Современные способы получения электроэнергии наносят непоправимый ущерб окружающей среде. Это привело к увеличению сжигания ископаемого топлива и создало серьезные опасности для биосферы, привело к значительному загрязнению атмосферы продуктами сгорания, появлению парникового эффекта. Важнейшим направлением развития народного хозяйства являются энергосбережение и использование нетрадиционных источников энергии. Поэтому актуальнейшим вопросом современности является создание экологически чистых источников энергии.

Гипотеза: ветроэнергетика, построенная на использовании возобновляемых источников энергии, может стать альтернативой углеродным источникам, которая решит проблему экологии и истощаемости топливных ресурсов.

Цель: раскрыть выгоду использования альтернативного источника энергии, способствовать популяризации альтернативных источников, создать модель ветрогенератора.

Для осуществления цели я поставил перед собой задачи:

- 1) проанализировать имеющуюся теоретическую литературу по теме «природные источники энергии»;
- 2) выявить наиболее экологически чистые природные источники энергии;
- 3) определить достоинства и недостатки;
- 3) изучить ветровой баланс Каменского района с целью перспектив использования энергии ветра в промышленном масштабе;
- 4) собрать ветрогенератор и просчитать выгоду использования альтернативного источника энергии;
- 5) рассчитать количество ВЭУ для МБУ ДО «ДЭБЦ» и оценка его рентабельности.

Объект исследования - ветрогенератор.

В ходе работы были применены следующие методы исследования:

- 1) изучение и обобщение литературы,
- 2) наблюдение,
- 3) сравнение,
- 4) эксперимент,
- 5) расчеты,

Срок реализации проекта: 2 года

II. Теоретическая часть.

Что такое ветрогенератор?

Ветрогенератор, «ветряк», или ветряной генератор, это устройство, которое вырабатывает энергию, используя силу ветра.

Принцип действия ветрогенератора

Принцип действия всех ветродвигателей один: под напором ветра вращается ветроколесо с лопастями, передавая крутящий момент через систему передач валу генератора, вырабатывающего электроэнергию. Чем больше диаметр ветроколеса, тем больший воздушный поток оно захватывает и тем больше энергии вырабатывает агрегат. Принципиальная простота дает здесь исключительный простор для конструкторского творчества, но только неопытному взгляду ветроагрегат представляется простой конструкцией. Различают крыльчатые и карусельные ветродвигатели. Для крыльчатых ветродвигателей, наибольшая эффективность которых достигается при действии потока воздуха перпендикулярно к плоскости вращения лопастей крыльев, требуется устройство автоматического поворота оси вращения. С этой целью применяют крыло-стабилизатор. Карусельные ветродвигатели обладают тем преимуществом, что могут работать при любом направлении ветра, не изменяя своего положения. Различие в аэродинамике дает карусельным установкам преимущество в сравнении с традиционными ветряками. При увеличении скорости ветра они быстро наращивают силу тяги, после чего скорость вращения стабилизируется.

Ветропарки Ростовской области

Использование ветровой энергии на территории Ростовского региона предусматривается по двум основным направлениям:

- строительство ветроэнергетических установок и их комплексов - ветроэлектрических станций (ВЭС) мощностью 100 кВт и выше и работа в параллельном режиме с общей энергосистемой;
- строительство ветровых энергетических установок небольшой мощности от 4 кВт и выше для питания относительно небольших отдельных объектов (ферм, арендных хозяйств, жилых и общественных зданий и пр.) и работа их в автономном режиме.

Экологические преимущества развития ветроэнергетики в Ростовской области таковы:

- снижение выбросов S при достижении поставленной цели (11%) составит в 2025 году для средних показателей электроэнергетики - 26 млн. тонн в год, а в случае замены тепловых электростанций, работающих на угле (31 млн.

тонн в год). Это существенно поможет решению задач, сформулированных Киотским протоколом в отношении сокращения С;

- снижение выбросов серы и N;
- уменьшение выбросов пепла,
- уменьшение воздействия на окружающую среду подачи и распределения топлива (сниженные выбросы метана с газовых месторождений, трубопроводов и угольных шахт);
- снижение местного загрязнения на газовых месторождениях и угольных шахтах.

С возобновляемыми источниками энергии Ростовской области я ознакомилась, когда с родителями посетила ветропарк. Убедилась, что там, где ветроэнергетика, там безопасно, экологично и масштабно! 3 ветроэлектростанции Ростовской области уже функционируют. На очереди — 4-я. И это самый большой ветропарк в стране!

Донская степь, где год назад еще ковыль стоял, и лошади ходили табунами, теперь выглядит как декорации фильма о космических пришельцах. Страшно красиво! Зрелище так завораживает, что о пользе ветрогенераторов, или как их в народе называют ветряков, вспоминается в последнюю очередь. В начале поражают масштабы. Башня ветрогенератора высотой почти 90 метров. Это как три девятиэтажных дома, поставленных друг на друга.

Лопасты, каждая более 60 метров. Мощность такого генератора почти 4 МВт. Сотня подобных способна полностью обеспечить электроэнергией полумиллионный город. Все это объекты, так называемой, «зеленой», экологичной энергетике, которая приходит на смену угольным и атомным электростанциям. Сырья для этих установок в Ростовской степи хоть отбавляй!

Большого для выработки электричества таким способом не надо. Именно поэтому ветер является решающим фактором при выборе региона. Его силу и скорость специалисты здесь изучали в течение двух лет. И только потом дали добро. Кстати, после установки турбин лошадиные табуны вернулись на свои пастбища. Безопасность ветрогенераторов для людей и животных сегодня подтверждена на всех уровнях контроля.

Эти умные машины самостоятельно «ловят» ветер, поворачиваясь «лицом» туда, откуда дует. Кстати, для работы установки хватит даже небольшого

потока воздуха, скоростью три метра в секунду. Но при ураганных порывах ветропарк полностью останавливается, чтобы исключить аварийные ситуации. Вообще такая многотонная конструкция способна выдержать любые капризы природы, уверены инженеры. От -45°C до $+50^{\circ}\text{C}$ она может работать. Соответственно, она рассчитана на все параметры, которые есть у нас в климате России.

Башни ветрогенераторов собирают здесь же, в Ростовской области. Эти установки почти на 80% отечественное производство. Из импортных комплектующих внутренняя лестница, лифт, электроника. Постепенно и это начнут делать в России. Тем более, что очередь из регионов, желающих иметь альтернативные электростанции, все время растет. Ростовская область сегодня — лидер ветроэнергетики в стране. Инвестиций более 30 млрд рублей, на которые уже построено три ветропарка. На подходе четвертый. Его сдадут до конца года. А после начнут искать новые площадки для, как минимум, еще полсотни ветряных установок. Так что вырабатываемого здесь экологически чистого электричества хватит не только самой области, но и территориям Южного округа. Приложение 3.

Ветрогенератор: достоинства и недостатки.

Ветрогенератор (ветроэлектрическая установка или сокращенно ВЭУ) — устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим её преобразованием в электрическую энергию.

Преимущества:

- топливо для работы не требуется;
- не снижается производительность в зимний период, в отличие от солнечных панелей, зимой производительность не уменьшается, а, скорее, растет из-за того, что скорость ветра в зимний период, как правило, выше, чем в летнее время, что является существенным преимуществом только потому, что в зимний период значительно возрастает спрос на электроэнергию;
- ветрогенераторы могут быть установлены в любых климатических условиях и для них подходит почти любая местность.

Недостатки:

- непостоянность, заключается в том, что получить необходимое количество электроэнергии получается не всегда из-за изменчивости ветра. В

некоторых частях земли энергии ветра может быть не достаточно, чтобы произвести необходимое количество электроэнергии. Ветрогенераторы более эффективны и надежны в обеспечении электроснабжения объектов в сочетании с солнечными панелями, дизель- бензо- газогенераторами, т.к., к сожалению, ветер весьма непостоянное погодное явление.

- значительные затраты: стоимость установки, которая производит 1 гига-ватт мощности, около 1 миллиона долларов.
- опасность для дикой природы: лопасти турбины представляют собой потенциальную угрозу для некоторых видов живых организмов. Согласно статистике, лопасти турбины каждый год являются причиной смерти многих видов птиц. Но при разработке ветроустановок Кочубеевской электростанции предусмотрено отключение или снижение скорости вращения лопастей турбин во время массового передвижения птиц. Кроме того, ВЭС оснастили устройствами для ультразвукового отпугивания птиц, а на края лопастей нанесли отпугивающую пернатых цветовую маркировку.
- шумовое загрязнение: шум ветрогенератора может причинять неудобства животным и людям, живущих поблизости.

III. Практическая часть.

3.1. Экспериментальная часть. Ветровой баланс города Каменска и Каменского района .

3.2. Описание предмета и методики исследований

Предметом исследования в данной работе нами были выбраны ветроэлектростанции как один из альтернативных экологически чистых источников энергии, который наиболее целесообразно использовать в нашем регионе.

Этапы и методы работы.

Важными условиями в обеспечении электроэнергией автономного объекта являются: правильная оценка ветровых возможностей местности, где планируется установить ветроэлектростанцию, мощности электрических приборов и график их эксплуатации. В связи с этим для решения поставленных нами задач мы выделили следующие этапы в экспериментальной части нашего исследования:

1. Построение розы ветров для Донского региона по данным сводной таблицы.
2. Изготовление модели ветрогенератора. Приложение №1
3. Оценка потребления электроэнергии в МБУ До «ДЭБЦ» за 2021 год и расчет количества ветровых энергетических установок для обеспечения данного образовательного учреждения энергией за счет данного источника, а также расчет приблизительной стоимости, самоокупаемости и рентабельности в будущем данного проекта.

1 этап исследований.

Оценка ветрового режима Донского региона в 2021 году

В экспериментальной части данной работы мы проследили ветровой режим нашего региона. В ходе проделанной работы нами было выявлено преобладающее направление ветра в течение 2021 года. Для этого была составлена таблица, определяющая ежемесячно дни, соответствующие данному направлению ветра, роза ветров.

«Роза ветров». Определение.

Векторная диаграмма, характеризующая в метеорологии и климатологии, режим ветра в данном месте по многолетним наблюдениям и выглядит как многоугольник, у которого длины лучей, расходящихся от центра диаграммы в разных направлениях, пропорциональны повторяемости ветров этих направлений. Роза ветров, построенная по реальным данным наблюдений, позволяет по длине лучей построенного многоугольника выявить направление преобладающего ветра, со стороны которого чаще всего приходит воздушный поток в данную местность.

Сводные данные о направлении ветров в городе Каменск-Шахтинском и Каменском районе в 2021 году метеонаблюдения.

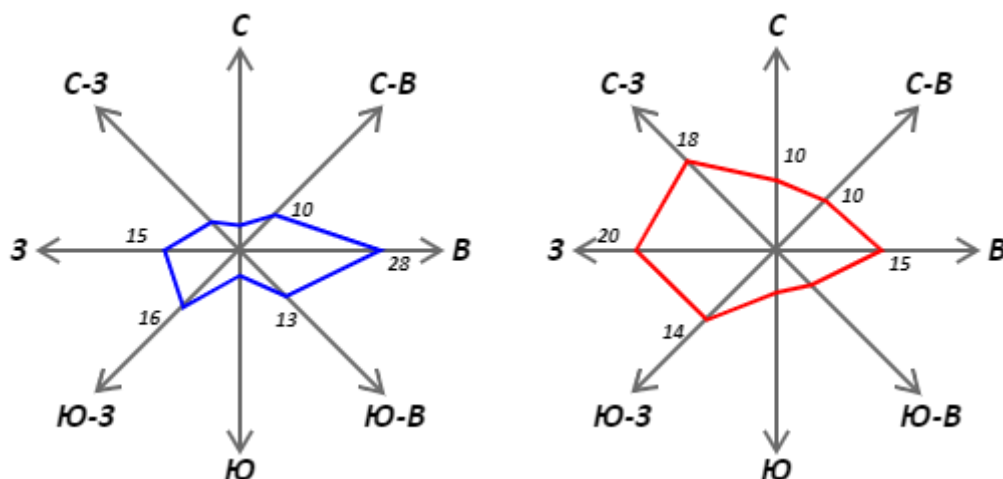
Повторяемость направлений ветра. Город Каменск-Шахтинский

Январь, %								Февраль, %							
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
5	10	28	13	5	16	15	8	10	10	15	7	6	14	20	18

Роза ветров. Город Каменск-Шахтинский

Январь

Февраль



Среднегодовые порывы ветра в Ростовской области

Расположение метеостанции	Среднегодовая скорость ветра (на высоте 10м)	Средняя скорость ветра (м/с)				Максимальная скорость ветра (м/с)
		Зима	Весна	Лето	Осень	
Ростов-на-Дону	3,9	4,6	3,9	3,4	3,8	26
Белая Калитва	4,0	4,8	3,9	3,3	3,8	24
Боковская	2,2	2,7	2,4	1,8	2,1	21
Гигант (Сальский район)	3,2	3,7	3,2	2,8	3,1	26
Зерноград	2,2	2,8	2,5	1,8	1,9	24
Зимовники	2,4	3,0	2,4	1,8	2,4	24
Казанская	2,0	2,3	2,0	1,6	2,0	27
Каменск-Шахтинский	3,0	3,5	3,3	2,6	2,7	24
Константиновск	2,7	2,9	2,7	2,6	2,7	22
Матвеев-Курган	1,9	2,3	2,1	1,5	1,7	22
Миллерово	3,3	4,2	3,0	2,8	3,4	28
Морозовск	3,5	4,2	3,6	2,9	3,3	28
Ремонтное	3,2	3,7	3,3	2,8	3,1	34
Семикаракорск	2,9	3,3	3,2	2,4	2,6	23
Таганрог	3,0	3,2	3,1	2,7	2,7	28
Цимлянск	2,8	3,3	2,7	2,3	2,7	25
Чертково	2,4	3,1	2,4	2,0	2,1	20
Шахты	2,6	3,4	2,6	2,1	2,3	27

Результаты исследования

Для нашего региона лучше устанавливать ветроэлектростанции с вертикально расположенным валом генератора (VAWT). Основным преимуществом конструкции ветроэлектростанции является ее независимое

"наведение на ветер". Неограниченная скорость вращения ротора позволяет работать со всеми существующими в нашей местности ветрами, включая штормовые.

В результате использования уникального решения системы ротор-статор, которая "форсирует" поступающий ветер, а также грамотного решения электрической схемы и генератора стало возможным преобразование кинетической энергии ветра в механическую на уровне 39-42 % и преобразование механической энергии в электрическую на уровне 90-94 % соответственно! Модульная конструкция позволяет установить необходимую мощность для потребителя, основываясь на характеристиках ветра в месте установки. Другое преимущество ветроэлектростанции - расположение генератора, электрической схемы и аккумуляторов на уровне земли. Это позволяет своевременно, легко и без больших затрат производить техническое обслуживание станции. Как результат - низкая стоимость кВт/ч электроэнергии и удобство эксплуатации.

Природные условия в регионе могут способствовать развитию ветровых электростанций, возобновляемые источники энергии могут сильно облегчить жизнь в отдаленных от города районах, финансовые затраты на возобновляемые источники энергии очень быстро окупаются за счет использования энергии природы.

2 этап исследований.

Изготовление модели ветрогенератора.

Ветроэнергетическая установка (ВЭУ) состоит из следующих основных элементов:

1. Ветроколесо, лопасти которого непосредственно улавливают ветер;
2. Генератор, преобразующий энергию ветра в электрическую.

Для изготовления модели ветрогенератора потребовалось следующее оборудование: лопасти от настольного вентилятора или пластика, моторчик от электробритвы или более мощный; электрический провод; светодиод; деревянная доска для подставки; саморезы; отвертка; электрический паяльник. Приложение №2 (схема работы ветрогенератора).

Цель моей работы-собрать ветрогенератор из подручных материалов и рассчитать его себестоимость

$C = MЗ + Роп + АС$ –себестоимость изделия;

$MЗ$ –материальные затраты на производство изделия;

$Роп$ –расходы на оплату труда;

1)Материалы (ниже приведены приблизительные цены по г. Каменск-Шахтинскому):

1.Патрон-стойка с лампой шт.150 рубл.

2.Фанера кв.м 0,330. Цена за 1 кв.м=200 руб.

3.болты шт.109. Цена за 20шт= 150 руб.

4.металлические уголки шт.46 Цена за 10 шт.=300 руб.

5.Пластик для лопастей шт.13Цена за 8 листов=250 руб.

6.Электроды шт.-100 руб.

7.Двигатель-генератор

Двигатель-генератор взять можно из старой модели принтера. Отдельно такая деталь не продается, но сам принтер можно найти в продаже в нерабочем состоянии даже за 300 рублей. Итого стоимость материалов: 1150 руб.

2) Расход на оплату труда. Так как изделие изготавливали сами, то расходы на оплату труда составляют 0 рублей.

Вывод:

Изделие изготавливалось своими руками, поэтому амортизационные отчисления так же равны нулю. Таким образом, себестоимость изделия составляет 1150 рублей 00копеек. $C = MЗ + Роп + А = 1150 + 0 + 0 = 1150,00$ руб. Экономические затраты получились оптимальными, значит, изготавливать ветрогенератор своими руками экономически выгодно. (Приложение схемы ветрогенератора)

III. этап исследований.

Расчет количества ВЭУ для МБУ ДО «ДЭБЦ» » и оценка их рентабельности.

Количество энергии, потребляемой МБУ ДО «ДЭБЦ» за 2020 год составляет 9435 кВт. в среднем потребление электроэнергии за 1 месяц в МБУ ДО «ДЭБЦ» составляет 786.25 кВт (9435/12). Исходя из этого, МБУ ДО «ДЭБЦ» подойдет вертикальный ветрогенератор, который вырабатывает 800 кВт электроэнергии в месяц при средней скорости ветра 6-7 м/с. Стоимость такой ветроэнергетической установки составляет приблизительно 140 000 рублей.

При существующих тарифах на электроэнергию в Ростовской области в среднем (4,95 рубля за один кВт потребленной электроэнергии) в 2020 году израсходовала на оплату счетов по затраченной электроэнергии 113220 рубль. Следовательно, приблизительно менее чем через 1.5 года (140000 / 113220) покупка ВЭУ МБУ ДО «ДЭБЦ» окупиться и электроэнергия, вырабатываемая ветрогенератором станет для экологического центра бесплатной.

Выводы по расчетам.

В результате расчетов я пришла к выводу, что для нашего образовательного учреждения необходимо закупить ветрогенератор, который окупиться менее чем за полтора года и МБУ ДО «ДЭБЦ» и будет использовать бесплатную экологически чистую возобновляемую энергию. Это может послужить примером для многих организаций нашего города.

IV. Выводы.

Познакомившись с рядом проблем и перспектив энергетики в России и Ростовской области, были сделаны следующие выводы:

1. Дефицитность традиционных природных невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов, затраты на транспортировку электроэнергии от ближайшей электростанции (базовым поставщиком электроэнергии на данном этапе является Ростовская АЭС) требуют внедрения новых источников электроэнергии.
2. Изучив ветровой режим нашего Донского региона, его географическое положение, можно утвердительно сказать, что данный регион обладает достаточно большим ветровым потенциалом и рассматривается как наиболее перспективный район для строительства установок по его использованию и выработке дополнительной электроэнергии.
3. Ветроэнергетика в России, как и во всем мире, в современных условиях высокочатратна и в ближайшей перспективе не может быть рекомендована

для внедрения в больших объемах из-за высокой удельной стоимости ВЭУ, низкого коэффициента использования установленной мощности установок, недостаточно высокого уровня развития экономики. Она не может заменить традиционную энергетику, она может только дополнить ее. Вряд ли целесообразно в ближайшие годы вкладывать значительные государственные инвестиции в производство ВЭУ для внутреннего рынка и строить крупные ВЭС. Поэтому на данном этапе можно использовать ветровой потенциал для небольших коттеджей или дач с помощью самодельных ветрогенераторов, модель которых предложена нами в данной работе.

4. Ветрогенератор просто незаменим, если ваш дом стоит в удаленном месте, где еще просто не проводят электропровода. Если в вашей местности постоянно случаются перебои с электричеством, и сеть не справляется с большой нагрузкой, то установка ВЭУ станет прекрасным выходом. Ветрогенератор может являться как единственным источником энергии объекта, так и использоваться в качестве дополнения, экономя потребляемую электроэнергию. Или, вообще, включаться только при аварийном отключении здания от электросети.

5. Расчеты показали, что затраты на ветрогенератор для индивидуального пользования (дома, дачи, организации) минимальные, а экономия большая.

Исходя из вышеизложенного, можно делать вывод о том, что ветрогенераторы могут быть очень полезны не только в масштабах региона или государства в целом, но и для жителей определенной местности и даже для обеспечения электроэнергией конкретного учреждения.

Гипотеза доказана.

V. Заключение.

При выполнении проекта:

- изучил информацию о ветроэнергетике в России и за рубежом, но, к сожалению, в нашей стране ветроэнергетические установки начали использовать только в 21 веке.
- определил преимущества ветроэнергетики:
 - а) независимость от ископаемых ресурсов;
 - б) использование абсолютно бесплатного источника энергии;
 - в) экологическая чистота;

г) возможность устанавливать в местах, где есть мощные потоки ветра и куда невозможно доставить электроэнергию.

- изучил принцип работы ветрогенератора, разработала и создала его действующую модель, которую можно создать в домашних условиях, рассчитала себестоимость и выгоду;

- определил назначение данного источника энергии для конкретного потребителя (ветрогенератор можно использовать для коттеджей, ферм, дачных домиков, для малых производств в отдаленных районах, образовательных учреждений и там где центральная электросеть отсутствует)

Использование альтернативных источников энергоснабжения, возможно, решит проблему экологии и истощаемости топливных ресурсов.

Некоторые спорные вопросы по недостаткам ветроэнергетики ведут к торможению развития этой экологической отрасли энергетики:

-опасность для птиц: ветроустановки могут нести угрозу для миграции птиц, поэтому перед строительством ветропарка, необходимо посоветоваться с экологами. Хотя следует сказать, что вероятность столкновения птиц с лопастями ветроустановки такая же, как и с проводами высоковольтных линий;

-изменчивость ветра: не секрет, что мощность ветроустановки зависит от скорости ветра. Производители ветрогенераторов указывают номинальную мощность, которую может выработать установка при оптимальных условиях. Нужно понимать, скорее всего, на практике выдаваемая мощность будет существенно ниже. Кроме того, бывают такие дни, когда ветра нет вовсе. Для борьбы с таким явлением как «штиль» промышленные ветроустановки должны иметь высокую мачту. Это позволяет размещать рабочее колесо на такой высоте, где присутствуют более-менее стабильные потоки воздуха;

-необходимость предоставления значительной территории для строительства ветропарков: с развитием морской ветроэнергетики данный недостаток постепенно решается.

Использование альтернативных источников энергоснабжения, возможно, решит проблему экологии и истощаемости топливных ресурсов.

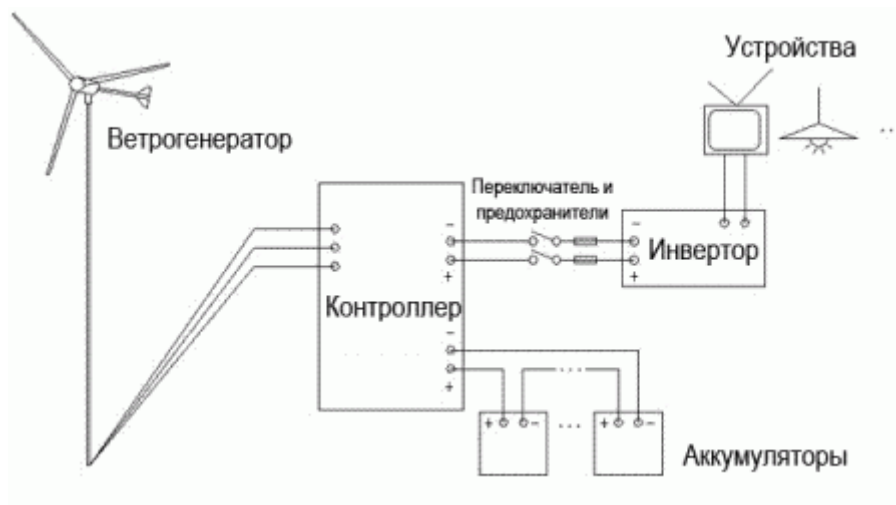
VI. Литература и интернет источники

1. Вершинский Н. В. Энергия океана – М. Наука, 1986 – 144с
2. Ветровая энергия: Учебное пособие для школ. Пер. с английского, перераб. и допол. Под редакцией А. Агеева – Волгоград: Книга, Международный Центр просвещен. “Вайленд – Волгоград ”, 2002.-58с.
3. Шефтер Я.И. Использование энергии ветра. 2 издание, переработ. и доп. М.:Энергоатомиздат,2001.-256 с.
4. Энергетика, экология и альтернативные источники энергии / О. М. Лисов, В. Е. Степанов // Экология промышленного производства : Межотрасл. науч.-практ. журн. по отеч. и заруб. матер. - М.: ВИМИ, 2013. - N1.- С.47-55
5. Энергетические ресурсы мира. Под ред. П.С.Непорожнего, В.И. Попкова. - М.: Энергоатомиздат, 1995. - 232 с.
6. Юдасин Л. С.. Энергетика: проблемы и надежды. - М.: Просвещение, 1990 - 207с.
7. <https://www.rusnano.com/about/press-centre/media/20200909-1kanal-v-rostovskoy-oblasti-nachali-rabotu-3-vetroparka-rosnano-i-fortum>

Модель ветрогенератора



Приложение 2



Приложение 3

Ветропарк Каменского района

